

Magnetic position sensor

Patent number: EP0798541

Publication date: 1997-10-01

Inventor: FOGGIA ALBERT (FR); PIATON JEROME (FR); ADENOT SEBASTIEN (FR); YONNET JEAN-PAUL (FR)

Applicant: SAGEM (FR)

Classification:

- **international:** G01D5/14; G01D5/16

- **europen:** G01D5/14B1; G01D5/16B1

Application number: EP19970400686 19970326

Priority number(s): FR19960003990 19960329

Also published:

FR274

EP079

Cited documents:

EP032

DE166

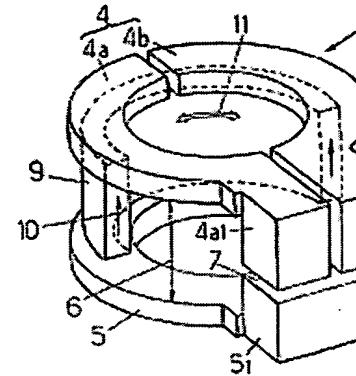
EP054

Abstract of EP0798541

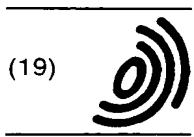
The sensor (1) has a fixed armature (2) having at least three pole pieces (4a, 4b, 5) which define: (i) a principal air-gap (6). The first and second fixed pole pieces (4a, 4b) are situated on one side of the principal air-gap (6) and at least a third pole piece (5) is situated at the other side of the air-gap (6) and; (ii) two secondary air-gaps (7, 8) respectively situated between the first and second fixed pole pieces (4a, 4b) and the third fixed pole piece (5).

The sensor (1) has a mobile armature (9) having at least a permanent magnet whose magnetisation is directed along the principal air-gap (6). This armature (9) is displaced in the principal air-gap (6) and at least a magnetic induction detector (12, 13) is arranged in the secondary air-gap (7, 8).

FIG.4.



THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 798 541 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

01.10.1997 Bulletin 1997/40

(51) Int Cl. G01D 5/14, G01D 5/16

(21) Numéro de dépôt: 97400686.8

(22) Date de dépôt: 26.03.1997

(84) Etats contractants désignés:

DE ES GB IT

(30) Priorité: 29.03.1996 FR 9603990

(71) Demandeur: SAGEM SA
F-75783 Paris Cédex 16 (FR)

(72) Inventeurs:

- Piaton, Jérôme
03100 Montluçon (FR)

- Adenot, Sébastien
78190 Elancourt (FR)
- Yonnet, Jean-Paul
38240 Meylan (FR)
- Foggia, Albert
38000 Grenoble (FR)

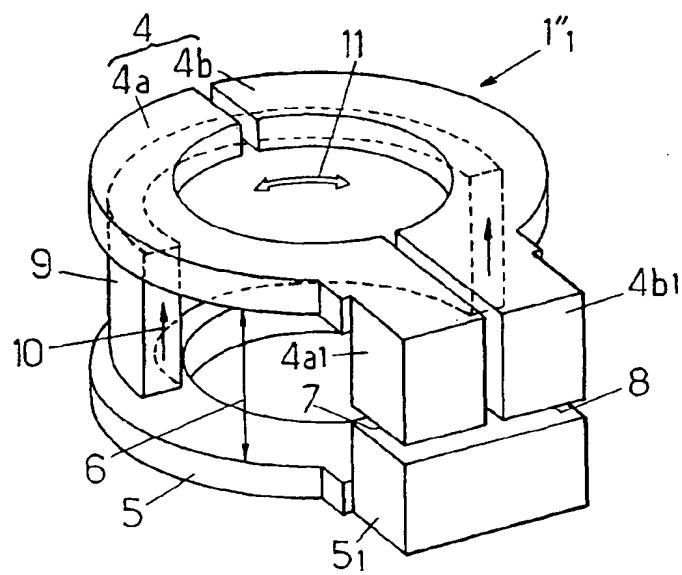
(74) Mandataire: Gorrée, Jean-Michel
Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam
75440 Paris Cédex 09 (FR)

(54) Capteur magnétique de position

(57) Capteur magnétique de position (1') comprenant : une armature fixe (2) avec au moins trois pièces polaires (4a, 4b ; 5) définissant, d'une part, un entrefer principal (6) d'un côté duquel sont situées une première et une deuxième pièces polaires fixes (4a, 4b) et de l'autre côté duquel est située au moins une troisième pièce polaire fixe (5), et, d'autre part, deux entrefers secondaires (7, 8) situés respectivement entre les première et deuxième pièces polaires fixes (4a, 4b) et la troisième pièce polaire fixe (5) ; une armature mobile (9)

avec au moins un aimant permanent à aimantation dirigée selon l'entrefer principal (6), l'armature mobile (9) étant apte à se déplacer dans l'entrefer principal (6) ; et au moins un détecteur d'induction magnétique disposé dans un entrefer secondaire (7, 8) ; le partage du flux de l'aimant entre les pièces polaires dans l'entrefer principal génère deux inductions magnétiques dans les entrefers secondaires (7, 8) qui varient linéairement avec la position de l'aimant et dont la somme reste constante et non nulle.

FIG. 4.



Description

La présente invention concerne des perfectionnements apportés aux capteurs magnétiques de position, notamment, mais non exclusivement, aux capteurs magnétiques de position angulaire.

On connaît de nombreux types de capteurs magnétiques de position, notamment de position angulaire, qui toutefois ne donnent pas, ou pas totalement satisfaction aux nombreuses exigences de la pratique pour ce qui est de l'amplitude angulaire de fonctionnement, de la fiabilité et de l'aptitude à être miniaturisés pour autoriser leur implantation dans un environnement encombré. En outre dans certains types de capteurs, en raison même de leurs structures, les rotors sont soumis à des efforts axiaux qui nécessitent la mise en oeuvre de butées axiales qui sont encombrantes et qui accroissent les coûts de fabrication. Enfin, il est fréquent actuellement que les utilisateurs souhaitent se procurer les capteurs en pièces non montées, de manière à pouvoir eux-mêmes les intégrer dans des structures de support et éviter d'avoir à monter les capteurs achevés sur lesdites structures de support, afin d'économiser des organes de fixation et de la place, voire d'accroître la sécurité de fonctionnement en cours d'utilisation.

L'invention a essentiellement pour but de proposer un capteur magnétique de position qui évite dans toute la mesure du possible les inconvénients précités, et qui en outre présente une fiabilité accrue grâce à une meilleure linéarité de la courbe de variation de l'induction en fonction de la position de l'armature mobile par rapport à l'armature fixe et grâce aussi à une meilleure insensibilité aux variations thermiques ambiantes.

A ces fins, l'invention propose un capteur magnétique de position perfectionné qui se caractérise essentiellement en ce qu'il comprend :

- une armature fixe comprenant au moins trois pièces polaires définissant, d'une part, un entrefer principal, une première et une deuxième pièces polaires fixes étant situées d'un côté dudit entrefer principal et au moins une troisième pièce polaire fixe étant située de l'autre côté dudit entrefer principal, et, d'autre part, deux entrefers secondaires situés respectivement entre les susdites première et deuxième pièces polaires fixes et la troisième pièce polaire fixe,
- une armature mobile comportant au moins un aimant permanent à aimantation dirigée selon l'entrefer principal, ladite armature mobile étant apte à se déplacer dans ledit entrefer principal, et
- au moins un détecteur d'induction magnétique disposé dans un entrefer secondaire.

Grâce à cet agencement, le partage du flux de l'aimant entre les pièces polaires dans l'entrefer principal génère deux inductions magnétiques dans les entrefers secondaires, qui varient de façon sensiblement

linéaire avec la position de l'aimant de l'armature mobile et dont la somme reste sensiblement constante et non nulle. En particulier, en prévoyant de façon préférentielle les deux détecteurs respectivement dans les deux entrefers secondaires, il est alors aisément d'effectuer une mesure différentielle à partir des deux valeurs B_1 et B_2 relevées dans les deux entrefers secondaires et de déterminer la grandeur $(B_1 - B_2)/(B_1 + B_2)$: une telle mesure différentielle relative reste insensible aux variations des niveaux d'aimantation, notamment en fonction de la température, et confère une meilleure fiabilité au capteur.

Une application préférée (bien que non exclusive) des dispositions conforme à l'invention sont relatives à un capteur de position angulaire sur une amplitude angulaire mécanique maximale d'environ 180° ($\pm 90^\circ$ de part et d'autre d'une position centrale), lequel capteur de position angulaire est agencé conformément à ce qui est indiqué plus haut et se caractérise en ce qu'il comprend :

- un stator comprenant les susdites trois pièces polaires définissant le susdit entrefer principal qui est circulaire et les susdits entrefers secondaires, et
- un rotor comportant au moins le susdit aimant à aimantation dirigée selon l'entrefer principal circulaire.

Dans un premier mode de réalisation, préféré, le stator comprend deux premières pièces polaires semi-circulaires dont deux extrémités face-à-face définissent, avec la troisième pièce polaire qui est configurée pour s'étendre en regard desdites deux extrémités des premières pièces polaires, les susdits entrefers secondaires ; avantageusement alors la troisième pièce polaire est circulaire, de préférence en forme d'anneau, les deux premières pièces polaires sont, à elles deux, circulaires, de préférence en forme d'anneau et situées coaxialement et parallèlement à la troisième pièce polaire, et l'aimant du rotor est aimanté axialement et est interposé entre lesdites pièces polaires se faisant face axialement. On bénéficie alors notamment de l'avantage de la simplicité de réalisation d'une aimantation axiale de la pièce constituant l'aimant permanent du rotor, et donc de l'avantage d'un moindre coût de fabrication du capteur. On peut alors prévoir que les faces des deux premières pièces polaires et la face en regard de la troisième pièce polaire qui définissent ensemble les entrefers secondaires s'étendent radialement et lesdits entrefers secondaires sont axiaux, ou bien aussi en variante que les deux premières faces polaires et la face en regard de la troisième pièce polaire qui définissent ensemble les entrefers secondaires s'étendent axialement et lesdits entrefers secondaires sont radiaux ; alors les entrefers secondaires sont définis par des faces en regard de plots en saillie radiale appartenant respectivement aux trois pièces statoriques et situés en dehors de la trajectoire suivie par l'aimant du rotor.

Dans un second mode de réalisation possible, les

deux premières pièces polaires sont en forme de demi-bagues, la troisième pièce polaire est en forme de noyau central coaxial aux deux demi-bagues et présente au moins une saillie radiale s'étendant en regard d'au moins un intervalle formé entre les extrémités en regard des premières pièces polaires, et l'aimant permanent du rotor est aimanté radialement et interposé radialement entre le noyau central et la bague externe se faisant face radialement. Bien qu'il soit plus difficile et dont plus coûteux d'aimanter radialement la pièce formant l'aimant permanent du rotor, une telle configuration peut trouver son emploi dans des applications spécifiques. On peut alors prévoir que la saillie radiale de la troisième pièce statorique est décalée axialement par rapport aux deux premières pièces statoriques et chevauche extérieurement le chant de celles-ci, les entrefers secondaires étant alors axiaux, ou bien encore que la saillie radiale de la troisième pièce statorique s'étend en regard des deux premières pièces statoriques, les entrefers secondaires étant alors radiaux.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit de certains modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs. Dans cette description on se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue très schématique illustrant la conception de principe d'un capteur conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un graphique montrant les variations des flux dans le capteur de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique, en perspective, d'un mode de réalisation de capteur de position linéaire agencé conformément à l'invention ; et
- les figures 4 à 6 sont des vues schématiques en perspective de trois modes de réalisation (celui de la fig. 4 étant préféré) de capteur de position angulaire agencés conformément à l'invention.

En se reportant à la figure 1 tout d'abord, le capteur de position désigné dans son ensemble par la référence numérique 1 comprend une armature fixe 2 comportant au moins trois pièces polaires 4 (pièces polaires supérieures sur le dessin) et 5 (pièce polaire inférieure sur le dessin) qui sont agencées pour définir :

- d'une part, un entrefer principal 6 de telle manière que deux pièces polaires 4a et 4b soient situées d'un même côté de l'entrefer principal 6 et que au moins la troisième pièce 5 (qui peut elle-même être constituée de deux parties 5a et 5b dans certains modes de réalisation) soit située de l'autre côté de l'entrefer principal 6 ;
- et, d'autre part, deux entrefers secondaires 7 et 8 situés respectivement entre les première et troisième pièces polaires 4a et 5 (ou 5a) et les deuxième et troisième pièces polaires 4b et 5 (ou 5b).

5 Dans l'entrefer principal se trouve une armature mobile 9 qui comporte ou qui est constituée par au moins un aimant permanent à aimantation dirigée selon l'entrefer principal (flèche 10), ladite armature mobile 9 étant apte à se déplacer dans l'entrefer 6 transversalement à la direction d'aimantation (double flèche 11), le déplacement étant provoqué par un organe externe (non représenté) auquel l'armature mobile est accouplé directement ou indirectement et dont on souhaite déterminer la position et/ou l'amplitude de déplacement.

10 Enfin au moins un détecteur d'induction magnétique (par exemple une sonde de Hall) est disposé dans un entrefer secondaire 7 ou 8 pour y mesurer l'induction respective B_1 ou B_2 . De préférence, on prévoit deux détecteurs 12 et 13 disposés respectivement dans les deux entrefers 7 et 8 pour une mesure simultanée de B_1 et B_2 .

15 En fonction de la position de l'aimant par rapport aux deux pièces polaires 4a et 4b, les lignes de champ se répartissent de façon corrélative à cette position dans les deux pièces polaires 4a et 4b ; les deux inductions B_1 et B_2 mesurées dans les deux entrefers 7 et 8 sont donc représentatives de la position de l'aimant et varient en sens inverses l'une de l'autre ; lorsque l'aimant est en position centrée par rapport aux deux pièces polaires 4a et 4b, les deux inductions B_1 et B_2 sont sensiblement égales. La figure 2 illustre les variations respectives des inductions B_1 et B_2 (en ordonnées) en fonction du déplacement de l'aimant (en abscisses).

20 On notera que les deux inductions B_1 et B_2 varient de façon sensiblement linéaire avec la position de l'aimant et que leur somme reste sensiblement constante et non nulle comme visible sur le graphique de la fig. 2. Un dispositif équipé de deux détecteurs se prête particulièrement bien à des mesures différentielles pour la détermination des quantités $B_1 - B_2$ et $B_1 + B_2$. Il est alors possible de déterminer la quantité $(B_1 - B_2)/(B_1 + B_2)$, valeur de mesure différentielle relative qui est insensible aux variations des niveaux d'aimantation, notamment en fonction de la température : il en résulte une détermination plus précise de la position de l'aimant et de l'armature associée 9, et donc de l'organe auquel celle-ci est accouplée.

25 40 45 50 55 La disposition de base qui vient d'être décrite peut donner lieu à divers modes de réalisation.

La figure 3 illustre, très schématiquement, un capteur à déplacement linéaire 1'. En conservant les mêmes références numériques pour désigner les éléments identiques à ceux de la figure 1, les pièces polaires 4a et 4b s'étendent rectilinéairement dans le prolongement l'une de l'autre, tandis que la pièce 5, unique, s'étend rectilinéairement en regard des pièces 4a et 4b et à distance de celles-ci pour constituer l'entrefer principal 6 rectiligne. L'armature mobile 9, réalisée sous forme d'un bloc rectiligne, est disposée dans l'entrefer 6 entre les pièces 4a, 4b et 5 et est mobile linéairement (double flèche 11). Chaque pièce polaire 4a, 4b et 5 comporte une excroissance latérale désignée sur la figure 3 par

les références respectives 4a₁, 4b₁ et 5₁, ces excroissances étant conformées de manière que les deux excroissances 4a₁ et 4b₁ soient disposées côte à côté avec, chacune, une face située en regard et à distance de la face correspondante, unique, de l'excroissance 5₁, afin de constituer les deux entrefers secondaires 7 et 8 respectivement.

Bien entendu, d'autres agencements sont possibles en conservant la même structure de base et le même mode de fonctionnement.

Aux figures 4 à 6 sont représentés trois exemples de réalisation de capteur à déplacement rotatif respectivement 1", à 1".

Dans le mode de réalisation préféré de la figure 4, les pièces polaires 4a et 4b sont, à elles deux, circulaires et de préférence, pour éviter des fuites magnétiques excessives, elles sont agencées sous forme de deux demi-anneaux non joints ; la pièce polaire 5 est circulaire et de préférence, également pour éviter des fuites magnétiques, elle est constituée sous forme d'un anneau complet. Dans l'entrefer principal 6 formé par les faces axialement en regard de ces pièces polaires est disposée l'armature mobile 6 en forme de demi-cercle (étendue d'environ 180°). L'aimant constituant ou inclus dans l'armature 9 a donc une aimantation dirigée axialement (flèche 10), c'est-à-dire parallèlement à l'axe commun des anneaux formés respectivement par la pièce polaire 5 et les pièces polaires 4a, 4b. De la même manière que pour le capteur 1' de la figure 3, des excroissances externes respectives des pièces polaires déterminent les entrefers secondaires 7 et 8 qui s'étendent alors axialement (les détecteurs d'induction ne sont pas représentés).

Dans le capteur 1", ainsi constitué, l'armature 9 est mobile circulairement (double flèche 11), tout en conservant le mode de fonctionnement indiqué plus haut. L'intérêt particulier de ce capteur réside dans la direction axiale d'aimantation de l'aimant qui peut être obtenue dans des conditions économiques intéressantes, ce qui conduit à un capteur d'un prix de revient qui peut être très faible et compatible avec les exigences d'une fabrication en très grande série et d'une très large diffusion.

Bien entendu, il est possible de prévoir un agencement différent des excroissances 4a₁ et 4b₁ de manière à constituer des entrefers secondaires 7 et 8 d'étendue radiale.

Les figures 5 et 6 montrent deux modes de réalisation de capteurs à déplacement rotatif dans lesquels l'aimant est aimanté radialement. Bien que de tels aimants soient plus difficiles à fabriquer et donc plus coûteux que des aimants à aimantation axiale, des capteurs de ce type peuvent toutefois s'avérer intéressant pour des applications spécifiques.

Dans le capteur 1"₂ de la figure 5, les deux pièces polaires 4a et 4b sont en forme approximative de deux demi-cercles et réunies, sans être aboutées, en un anneau ouvert, tandis que la pièce polaire 5 est un noyau

central, de sorte que l'entrefer principal 6 est déterminé par les faces radialement en regard des pièces 4a, 4b et 5. Comme indiqué plus haut, l'armature mobile 9 est en forme de demi-cercle et l'aimant qu'elle comporte ou qui la constitue est aimanté radialement et le déplacement de l'armature est circulaire (double flèche 11). La pièce polaire 5 en forme de noyau central comporte une excroissance radiale 5₂ qui est décalée axialement par rapport aux pièces polaires 4a, 4b et qui s'étend jusqu'en regard du bord latéral de celle-ci. Cette excroissance 5₂ est conformée pour chevaucher les deux pièces polaires 4a et 4b (dans l'exemple représenté, l'excroissance 5₂ est en forme de secteur de cercle) et elle détermine avec lesdites pièces 4a et 4b les deux entrefers secondaires 7 et 8 qui s'étendent alors axialement.

La figure 6 montre un capteur 1"₃ qui est une variante de réalisation de l'agencement de la figure 5, selon laquelle les pièces polaires 4a et 4b sont pourvues de deux excroissances respectives 4a₂ et 4b₂ en saillie radiale vers l'intérieur, au même niveau que l'excroissance 5₂. Les faces en regard des excroissances 4a₂, 4b₂ et 5₂ déterminent les deux entrefers secondaires 7 et 8 respectivement, qui sont ici d'étendue radiale.

Grâce aux dispositions conformes à l'invention, on est en mesure de constituer des capteurs de position angulaire à un aimant qui permettent d'effectuer une détection linéaire de position sur une amplitude complète de 180° ($\pm 90^\circ$ de part et d'autre d'une position centrale de référence représentée par la position centrée de l'armature mobile par rapport aux deux pièces polaires 4a et 4b) et qui autorisent des mesures différentielles conduisant à des mesures précises et insensibles aux variations de température.

Bien entendu des capteurs aptes à fonctionner sur des amplitudes différentes peuvent être réalisés en modifiant le nombre des aimants ou leur géométrie (en particulier l'angle d'ouverture).

Comme il va de soi et comme il résulte déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes d'application et de réalisation qui ont été plus particulièrement envisagés ; elle en embrasse au contraire toutes les variantes. En particulier, on notera que, dans la description qui précède, l'armature 9 est qualifiée de mobile alors que l'armature 2 est qualifiée de fixe car il s'agit là du cas le plus commun de mise en œuvre de l'invention. Toutefois, il est évident que seul intervient le mouvement relatif de l'armature 9 et de l'armature 2 et que, pour certaines applications, il est possible de faire en sorte que ce soit l'armature qui est mobile et solidarisée à un organe dont on souhaite détecter la position, alors que l'armature 9 est fixe.

Revendications

1. Capteur magnétique de position (1, 1', 1") caractérisé en ce qu'il comprend :

- une armature fixe (2) comprenant au moins trois pièces polaires (4a, 4b ; 5) définissant, d'une part, un entrefer principal (6), une première et une deuxième pièces polaires fixes (4a, 4b) étant situées d'un côté dudit entrefer principal (6) et au moins une troisième pièce polaire fixe (5) étant située de l'autre côté dudit entrefer principal (6), et, d'autre part, deux entrefers secondaires (7, 8) situés respectivement entre les susdites première et deuxième pièces polaires fixes (4a, 4b) et la troisième pièce polaire fixe (5),
- une armature mobile (9) comportant au moins un aimant permanent à aimantation dirigée selon l'entrefer principal (6), ladite armature mobile (9) étant apte à se déplacer dans ledit entrefer principal (6), et
- au moins un détecteur d'induction magnétique (12, 13) disposé dans un entrefer secondaire (7, 8),

ce grâce à quoi le partage du flux de l'aimant entre les pièces polaires dans l'entrefer principal génère deux inductions magnétiques (B_1, B_2) dans les entrefers secondaires (7, 8), qui varient de façon sensiblement linéaire avec la position de l'aimant de l'armature mobile (9) et dont la somme reste sensiblement constante et non nulle.

2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux détecteurs d'induction magnétique (12, 13) disposés respectivement dans les deux entrefers secondaires (7, 8).
3. Capteur (1^{er}) de position angulaire sur une amplitude angulaire mécanique maximale d'environ 180° ($\pm 90^\circ$ de part et d'autre d'une position centrale), selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend :
 - un stator (2) comprenant les susdites trois pièces polaires (4a, 4b ; 5) définissant le susdit entrefer principal (6) qui est circulaire et les susdits entrefers secondaires (7, 8), et
 - un rotor (9) comportant au moins le susdit aimant à aimantation dirigée selon l'entrefer principal circulaire (6).
4. Capteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le stator (2) comprend deux premières pièces polaires semi-circulaires (4a, 4b) dont deux extrémités face-à-face définissent, avec la troisième pièce polaire (5) qui est configurée pour s'étendre en regard desdites deux extrémités des premières pièces polaires, les susdits entrefers secondaires (7, 8).
5. Capteur selon la revendication 4, caractérisé en ce

que la troisième pièce polaire (5) est circulaire, en ce que les deux premières pièces polaires (4a, 4b) sont, à elles deux, circulaires et situées coaxialement et parallèlement à la troisième pièce polaire, et en ce que l'aimant du rotor (9) est aimanté axialement et est interposé entre lesdites pièces polaires se faisant face axialement.

6. Capteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les deux premières pièces polaires sont, à elles deux, en forme d'anneau.
7. Capteur selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la troisième pièce polaire est en forme d'anneau.
8. Capteur selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les faces des deux premières pièces polaires (4a, 4b) et la face en regard de la troisième pièce polaire (5) qui définissent ensemble les entrefers secondaires s'étendent radialement et lesdits entrefers secondaires (7, 8) sont axiaux.
9. Capteur selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les faces des deux premières pièces polaires (4a, 4b) et la face en regard de la troisième pièce polaire (5) qui définissent ensemble les entrefers secondaires s'étendent axialement et lesdits entrefers secondaires sont radiaux.
10. Capteur selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les entrefers secondaires (7, 8) sont définis par des faces en regard de plots (4a₁, 4b₁ ; 5₁) en saillie radiale appartenant respectivement aux trois pièces statoriques (4a, 4b ; 5) et situés en dehors de la trajectoire suivie par l'aimant du rotor.
11. Capteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les deux premières pièces polaires (4a, 4b) sont en forme de demi-bagues, en ce que la troisième pièce polaire est en forme de noyau central (5) coaxial aux deux demi-bagues et présente au moins une saillie radiale (5₂) s'étendant en regard d'au moins un intervalle formé entre les extrémités en regard des premières pièces polaires, et en ce que l'aimant permanent du rotor (9) est aimanté radialement et interposé radialement entre le noyau central (5) et la bague externe (4a, 4b) se faisant face radialement.
12. Capteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la saillie radiale (5₂) de la troisième pièce statorique (5) est décalée axialement par rapport aux deux premières pièces statoriques (4a, 4b) et chevauche extérieurement le chant de celles-ci, les entrefers secondaires (7, 8) étant axiaux.

13. Capteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la saillie radiale (5₂) de la troisième pièce statorique (5) s'étend en regard des deux premières pièces statoriques (4a, 4b), les entrefers secondaires étant radiaux.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

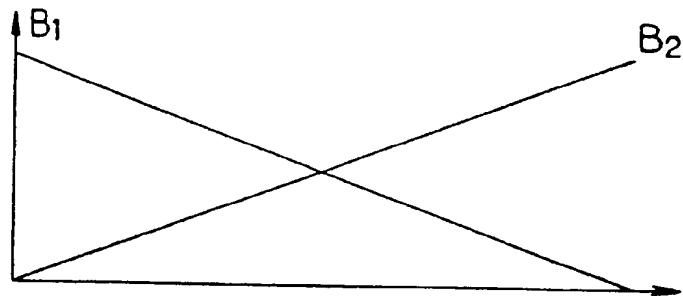
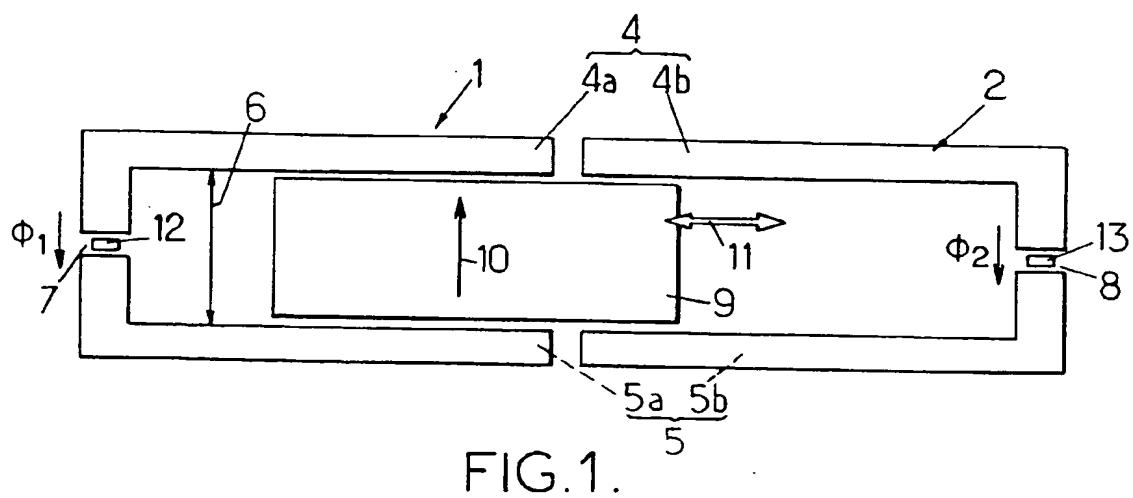
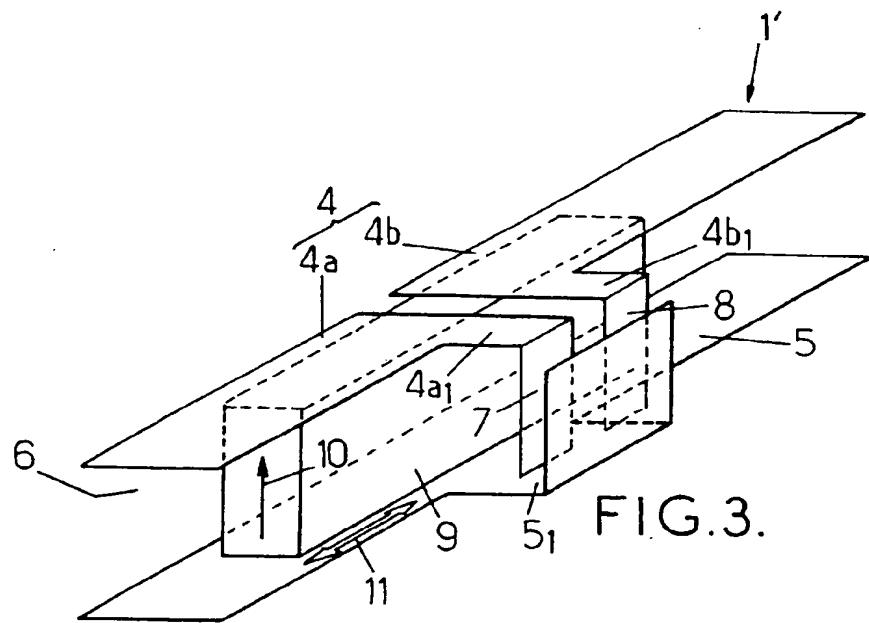
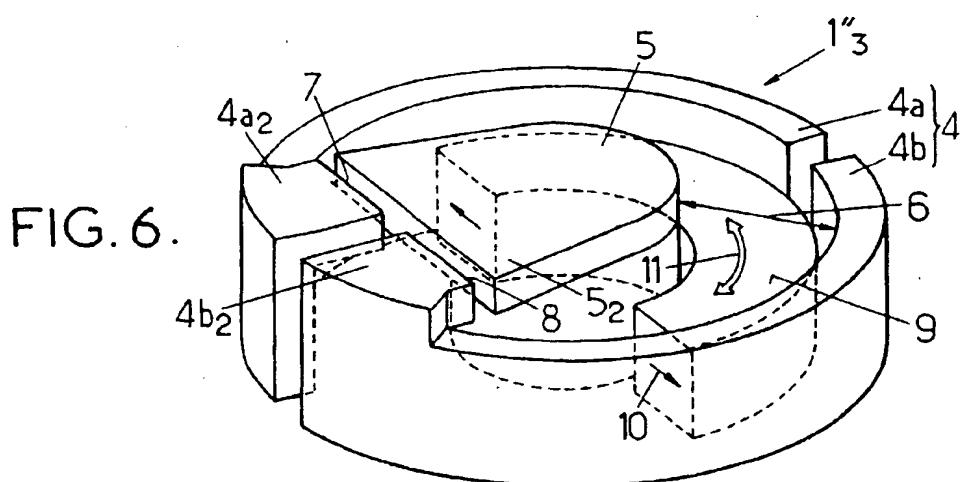
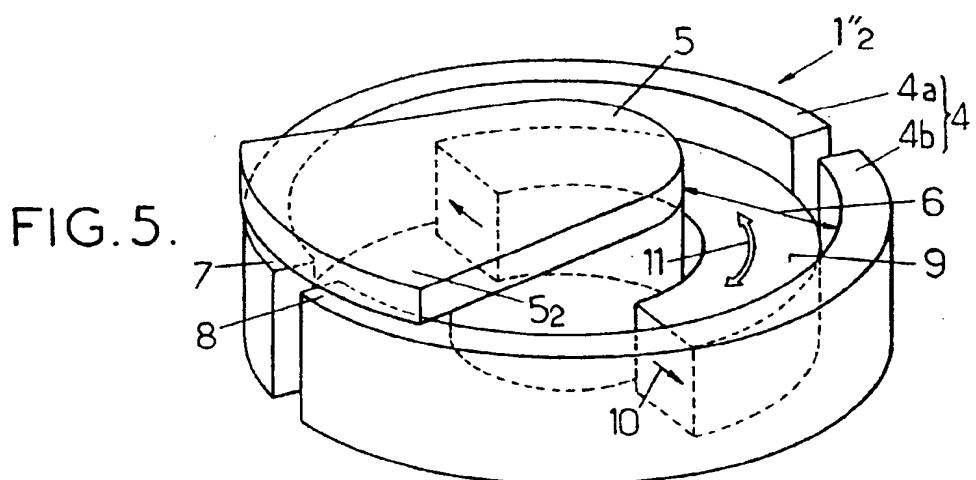
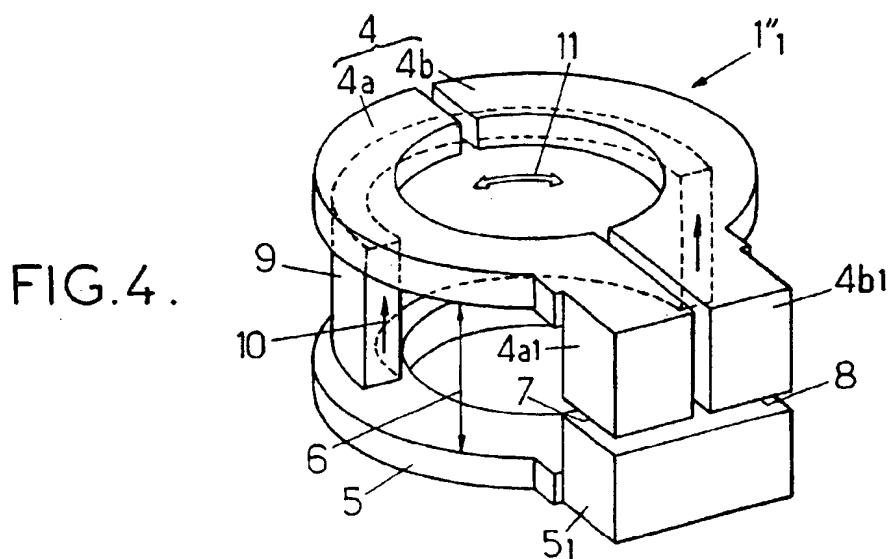


FIG. 2.







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 40 0686

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS									
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl6)						
Y	EP 0 325 787 A (EATON CORP) 2 août 1989 * colonne 5, ligne 37 - colonne 7, ligne 6; figures 4,5 *	1,2	G01D5/14 G01D5/16						
Y	DE 16 65 618 A (SIEMENS AG) 11 septembre 1969 * page 4, alinéa 2 - page 6, alinéa 1; figures 1-3 *	1,2							
A	----	3,4							
A	EP 0 544 575 A (SAGEM) 2 juin 1993 * abrégé; figure 1 *	3							

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.6)						
			G01D						
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Lieu de la recherche</td> <td style="width: 33%;">Date d'achèvement de la recherche</td> <td style="width: 33%;">Examinateur</td> </tr> <tr> <td>LA HAYE</td> <td>1 juillet 1997</td> <td>Chapple, I</td> </tr> </table> <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>				Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	LA HAYE	1 juillet 1997	Chapple, I
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur							
LA HAYE	1 juillet 1997	Chapple, I							

THIS PAGE BLANK (USPTO)